

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
6721-7

Première édition  
1996-06-01

---

---

**Plastiques — Détermination des propriétés  
mécaniques dynamiques —**

**Partie 7:**  
Vibration en torsion — Méthode hors  
résonance

*iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f86835b3-def5-4855-a52b-9011/2012-06/ISO-6721-7-1996>

ISO 6721-7:1996  
Plastics — Determination of dynamic mechanical properties —  
Part 7: Torsional vibration — Non-resonance method



Numéro de référence  
ISO 6721-7:1996(F)

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 6721-7 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Propriétés mécaniques*.

Conjointement avec les autres parties de l'ISO 6721, elle annule et remplace l'ISO 537:1989 et l'ISO 6721:1983, lesquelles ont fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 6721 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques*.

- *Partie 1: Principes généraux*
- *Partie 2: Méthode au pendule de torsion*
- *Partie 3: Vibration en flexion — Méthode en résonance*
- *Partie 4: Vibration en traction — Méthode hors résonance*
- *Partie 5: Vibration en flexion — Méthode hors résonance*
- *Partie 6: Vibration en cisaillement — Méthode hors résonance*
- *Partie 7: Vibration en torsion — Méthode hors résonance*
- *Partie 8: Vibrations longitudinale et en cisaillement — Méthode de propagation des ondes*
- *Partie 9: Vibration en traction — Méthode de propagation des signaux acoustiques*
- *Partie 10: Viscosité complexe en cisaillement à l'aide d'un rhéomètre à oscillations à plateaux parallèles*

© ISO 1996

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques —

## Partie 7:

### Vibration en torsion — Méthode hors résonance

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6721 décrit une méthode de vibration en torsion hors résonance permettant de déterminer les composantes du module complexe en cisaillement  $G^*$  des polymères solides se présentant sous la forme de barres ou de tiges, dans le domaine de fréquences compris entre 0,001 Hz et 100 Hz. Cette méthode s'avère appropriée pour mesurer les modules de conservation en mode dynamique, dans la plage allant de 10 MPa, valeur représentative des caoutchoucs rigides, à 10 GPa, valeur représentative des plastiques renforcés à l'aide de fibre. Bien qu'il soit possible d'étudier des matériaux caractérisés par des modules inférieurs à 10 MPa, des valeurs de mesure plus exactes de leurs propriétés dynamiques peuvent être obtenues en utilisant des modes de déformation en cisaillement (voir ISO 6721-6) ou en torsion de fines couches incluses entre des plaques parallèles.

Cette méthode s'avère particulièrement bien adaptée au mesurage des facteurs de perte supérieurs à 0,1; elle peut donc être utilisée pour étudier la variation des propriétés dynamiques en fonction de la température et de la fréquence, dans la presque totalité de la zone de relaxation de l'état vitreux à l'état caoutchouteux (voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 9.4). Le fait que des données déterminées sur de larges plages de fréquences et de températures soient disponibles permet d'établir des graphiques d'ensemble présentant les propriétés dynamiques sur une large plage de fréquences à différentes températures. Pour réaliser ces graphiques, on applique les méthodes de décalage de la fréquence et de la température.

Bien qu'il soit possible de déterminer avec exactitude des facteurs de perte inférieurs à 0,1 en utilisant un pendule de torsion (voir ISO 6721-2), la méthode préconisée dans la présente partie de l'ISO 6721 permet de couvrir une plage de fréquences plus large et continue.

#### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 6721. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 6721 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 6721-1:1994, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 1: Principes généraux.*

ISO 6721-2:1994, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 2: Méthode au pendule de torsion.*

ISO 6721-6:1996, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 6: Vibration en cisaillement — Méthode hors résonance.*

### 3 Définitions

Voir ISO 6721-1:1994, article 4.

### 4 Principe

L'éprouvette est soumise à un déplacement angulaire sinusoïdal ou à un couple sinusoïdal sous une fréquence nettement inférieure à la fréquence fondamentale de résonance en torsion (voir 10.2.1). On mesure les amplitudes des cycles de couple et de déplacement appliqués à l'éprouvette ainsi que l'angle de phase entre ces cycles. Les composantes de conservation et de perte du module complexe en cisaillement ainsi que le facteur de perte sont calculés à l'aide des équations données dans l'article 10 de la présente partie de l'ISO 6721.

### 5 Dispositif d'essai

#### 5.1 Dispositif de mise en charge

Les exigences requises pour l'appareillage doivent permettre de mesurer les amplitudes des cycles de couple et de déplacement angulaire, ainsi que leur angle de phase, l'éprouvette étant soumise à un couple ou à un déplacement, tous deux sinusoïdaux. Il est possible d'utiliser différents modèles d'appareillage, comme représenté schématiquement aux figures 1a) et 1b). La figure 1a) représente un déplacement angulaire sinusoïdal produit par le moteur d'entraînement D et appliqué à une extrémité de l'éprouvette S en déplaçant le mors mobile C<sub>1</sub>. L'amplitude et la fréquence du déplacement angulaire sont variables; elles sont contrôlées par le transducteur de déplacement rotatif R. L'éprouvette est maintenue à l'extrémité opposée par un mors fixe C<sub>2</sub> et est ainsi soumise à des déformations sinusoïdales en torsion. Le couple sinusoïdal appliqué au cours de la déformation de l'éprouvette est contrôlé par un transducteur de couple T relié à C<sub>2</sub>. Il convient que les éléments qui relient C<sub>1</sub> et D et C<sub>2</sub> et T soient beaucoup plus rigides que l'éprouvette et qu'ils présentent une faible conductibilité thermique si l'éprouvette doit être enfermée dans une enceinte thermostatée (voir note 1). Lorsque les essais sont effectués sous des températures élevées, le dispositif de mise en charge doit comporter un moyen permettant d'éviter le flambement de l'éprouvette dû à une dilatation thermique.

NOTE 1 Bien que les éléments du dispositif de mise en charge puissent présenter une rigidité beaucoup plus élevée que l'éprouvette, la présence de raccords boulonnés ou de mors peut accroître nettement l'élasticité de l'appareillage. Si tel est le cas, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer une correction sur l'élasticité, conformément à la description donnée en 10.2.3.

D'autres dispositifs de mise en charge, différents de celui décrit ci-dessus, peuvent être employés à titre de solution de rechange. Le couple appliqué à l'éprouvette peut, par exemple, être calculé à partir du cou-

rant fourni au moteur d'entraînement, ce qui permet de supprimer la nécessité de prévoir un transducteur de couple séparé. Avec cette méthode [figure 1b)], il convient de vérifier qu'une partie du couple produit par le courant du moteur d'entraînement est utilisée pour accélérer le mouvement de l'arbre d'entraînement et déformer son dispositif de suspension (Su) parallèlement à l'éprouvette. La composante du couple utilisé pour déformer l'éprouvette doit être déterminée au moyen d'un dispositif d'étalonnage séparé, sans utiliser l'éprouvette. Une autre solution consiste à remplacer l'élément de suspension par un coussinet à air, ce qui rend la rigidité de la suspension proche de zéro.

#### 5.1.1 Mors

Les mors doivent permettre à la fois de serrer l'éprouvette avec une force suffisante pour éviter qu'elle ne glisse au cours de la déformation en flexion, et de maintenir cette force à des températures peu élevées.

Il convient que l'écart existant entre les deux mors soit de préférence réglable de façon à pouvoir mettre en place des éprouvettes de différentes longueurs et déterminer les corrections sur la longueur (voir 10.2.4). L'utilisation d'un dispositif autorisant de faibles variations de l'écart entre mors permet également de tenir compte de la dilatation thermique des éprouvettes et s'avère nécessaire pour éviter l'introduction d'erreurs lors du calcul des modules apparents en raison du flambement des éprouvettes aux températures élevées.

Un mauvais alignement des mors par rapport au transducteur de force produit une composante latérale du couple appliqué au transducteur pendant la mise en charge de l'éprouvette. L'alignement du dispositif de mise en charge et de l'éprouvette doit être tel que la composante latérale enregistrée par le transducteur soit inférieure à 1% du couple appliqué.

#### 5.1.2 Transducteurs

Le terme «transducteur» utilisé dans la présente partie de l'ISO 6721 désigne tout dispositif susceptible de mesurer la force appliquée ou le déplacement, ou le rapport de ces grandeurs, en fonction du temps. La traçabilité des étalonnages des transducteurs par rapport aux normes nationales, pour le mesurage de la force et de la longueur, doit être garantie. Les étalonnages doivent être effectués avec une exactitude de  $\pm 2\%$  pour ce qui concerne les amplitudes minimales des cycles de couple et de déplacement auxquels sont soumises les éprouvettes en vue de la détermination de leurs propriétés dynamiques.

### 5.2 Équipement de traitement électronique des données

L'équipement de traitement des données doit permettre d'enregistrer les amplitudes des cycles de couple

et de déplacement avec une exactitude de  $\pm 1\%$ , leur angle de phase entre les cycles de force et de déplacement avec une exactitude de  $\pm 0,1^\circ$ , et la fréquence avec une exactitude de  $\pm 10\%$ .

### 5.3 Contrôle et mesurage de la température

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphes 5.3 et 5.5.

### 5.4 Dispositifs pour le mesurage des dimensions des éprouvettes

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 5.6.

## 6 Éprouvettes

Voir ISO 6721-1:1994, article 6.

### 6.1 Forme et dimensions

Il est recommandé d'utiliser des éprouvettes présentées sous forme de barres rectangulaires ou de tiges cylindriques. La largeur et l'épaisseur des barres ne doivent pas varier de plus de 2 % de la valeur moyenne, sur toute la longueur de l'éprouvette. Les dimensions des éprouvettes ne sont pas critiques, bien que l'on puisse minimiser les corrections de longueur apportées en raison du serrage, ceci en augmentant la longueur de l'éprouvette. Pour les éprouvettes rectangulaires, ces corrections sont rendues négligeables pour certaines valeurs de  $b/d$  (voir 10.1 et 10.2.4). Pour les conditions d'essai dans lesquelles les modules de conservation sont élevés ( $\geq 1$  GPa), il convient d'utiliser de préférence des éprouvettes minces et suffisamment longues pour que les déplacements angulaires produits puissent être mesurés avec un degré élevé d'exactitude. Par contre, lorsque les modules de conservation sont peu élevés ( $< 100$  MPa), il peut être nécessaire d'utiliser des éprouvettes épaisses et relativement courtes pour parvenir à une exactitude suffisante lors du mesurage du couple.

NOTE 2 Une variation des propriétés dynamiques peut être observée sur des éprouvettes de différentes épaisseurs préparées par moulage par injection en raison des légères différences que peut présenter la structure du polymère qui constitue ces éprouvettes.

### 6.2 Préparation

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 6.2.

## 7 Nombre d'éprouvettes

Voir ISO 6721-1:1994, article 7.

## 8 Conditionnement

Voir ISO 6721-1:1994, article 8.

## 9 Mode opératoire

### 9.1 Atmosphère d'essai

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 9.1.

### 9.2 Mesurage de la section transversale de l'éprouvette

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 9.2.

### 9.3 Serrage de l'éprouvette

Monter l'éprouvette entre les mors et appliquer une force de serrage suffisante pour l'empêcher de glisser, quelles que soient les conditions d'essai. S'il apparaît que les valeurs de mesure dépendent de la pression de serrage, il convient d'utiliser de préférence une pression constante lors de la totalité des mesurages, en particulier en cas d'application d'une correction sur la longueur (voir 10.2.4 et note 3).

NOTE 3 S'il apparaît que les valeurs de mesure varient selon la pression de serrage, la surface encastrée de l'éprouvette est probablement trop petite. L'utilisation de mors ayant une plus grande surface ou d'une éprouvette plus large devrait permettre d'éliminer ce problème.

### 9.4 Variation de la température

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 9.4.

### 9.5 Réalisation de l'essai

Appliquer un couple dynamique au moyen du moteur d'entraînement, afin d'obtenir des amplitudes de couple et de déplacement mesurables avec l'exactitude prescrite en 5.1.2.

NOTE 4 Si la déformation maximale en cisaillement au sein de l'éprouvette dépasse la limite jusqu'à laquelle on obtient un comportement linéaire, les propriétés dynamiques qui en découlent dépendent de l'importance du déplacement imposé. La déformation limite varie suivant la composition du polymère et selon la température; elle se situe habituellement à environ 0,2 % pour les plastiques à l'état vitreux.

Enregistrer les amplitudes des signaux fournis par les capteurs de couple et de déplacement, leur fréquence et leur différence de phase, ainsi que la température d'essai. Lorsque les mesurages doivent être réalisés sur des plages de fréquences et de températures, il est recommandé de commencer par la température la plus basse et d'effectuer les mesurages en augmentant la fréquence, tout en maintenant la température constante. Répéter les mesurages dans la même plage de fréquences à la valeur de température immédiatement supérieure (voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 9.4).

Pour les conditions d'essai dans lesquelles le polymère présente une perte élevée ou moyenne (comme dans la zone de transition de l'état vitreux à l'état caoutchouteux), l'énergie dissipée par le polymère peut augmenter sa température de manière suffisante pour engendrer une variation significative de ses propriétés dynamiques. Toute hausse de température s'accroît rapidement au fur et à mesure qu'augmentent la fréquence et l'amplitude de la déformation. Si l'équipement électronique de traitement des données peut analyser les données fournies par le transducteur pendant les premiers cycles, l'influence des hausses de température sera réduite au minimum. Les valeurs de mesure obtenues ultérieurement varieront ensuite avec le temps alors que la température de l'éprouvette continuera d'augmenter. Ces observations impliquent la nécessité de faire preuve de prudence lors de la présentation et de l'interprétation des résultats obtenus.

**10 Expression des résultats**

**10.1 Symboles**

$L_a$	longueur d'éprouvette entre les deux mors, en mètres
$l$	terme de correction sur la longueur en raison du serrage, en mètres
$b$	largeur d'une éprouvette rectangulaire, en mètres
$d$	épaisseur d'une éprouvette rectangulaire, en mètres
$r$	rayon d'une éprouvette cylindrique, en mètres
$f$	fréquence de mesurage, en hertz
$\theta_A$	valeur mesurée pour l'amplitude du déplacement angulaire dynamique, en radians
$T_A$	valeur mesurée pour l'amplitude du couple dynamique appliquée à l'éprouvette, en newtons mètres
$\delta_{Ga}, \delta_G$	respectivement, valeur mesurée et valeur corrigée de la différence de phase entre les cycles de couple et de déplacement angulaire, en degrés
$\Gamma_a, \Gamma$	respectivement, valeur absolue mesurée et valeur absolue corrigée de la rigidité complexe en torsion de l'éprouvette, en newtons mètres par radian (N·m·rad <sup>-1</sup> )

$G'_a, G'$	respectivement, module de conservation en cisaillement apparent et module de conservation en cisaillement corrigé, en pascals
$G''$	module de perte en cisaillement, en pascals
$\tan \delta_{Ga}, \tan \delta_G$	respectivement, facteur de perte en cisaillement apparent et facteur de perte en cisaillement corrigé
$\kappa$	facteur de forme donnant le rapport de la rigidité complexe en torsion au module complexe en cisaillement par unité de longueur de l'éprouvette, en mètres à la puissance quatre par radian (m <sup>4</sup> ·rad <sup>-1</sup> )
$I_p$	moment polaire second de l'aire de la section transversale par unité de longueur de l'éprouvette, en mètres à la puissance quatre (m <sup>4</sup> )
$\Gamma_T$	rigidité en torsion du transducteur de couple, en newtons mètres par radian (N·m·rad <sup>-1</sup> )

$I_T$	moment d'inertie de la partie du dispositif de mise en charge compris entre le transducteur de couple et l'éprouvette, en kilogrammes mètres carrés (kg·m <sup>2</sup> )
$\Gamma_\infty$	valeur mesurée de la rigidité en torsion, en newtons mètres par radian (N·m·rad <sup>-1</sup> ), d'une éprouvette en acier dont les dimensions de la section transversale et la longueur sont telles qu'elle est au moins 100 fois plus rigide que la plus rigide des éprouvettes en polymère à essayer

NOTE 5 L'ampleur de  $\Gamma_\infty$  fournit une estimation de la rigidité en torsion du dispositif de mise en charge qui équivaut à un ressort directement relié à l'éprouvette, et permet de déduire une correction en raison de l'élasticité de l'appareillage (voir 10.2.3).

**10.2 Calcul du module de conservation en cisaillement  $G'$**

L'équation suivante permet de déterminer une valeur approximative du module de conservation  $G'_a$ :

$$G'_a = \frac{T_A}{\theta_A} \times \frac{L_a}{\kappa} \cos \delta_{Ga} = \Gamma_a \times \frac{L_a}{\kappa} \cos \delta_{Ga} \quad \dots (1)$$

où le facteur de forme  $\kappa$  est calculé à partir des équations suivantes:

*Barre rectangulaire*

$$\kappa = \frac{bd^3}{3} (1 - 0,63 d/b) \quad \text{pour } 0 < \frac{d}{b} < 0,6$$

$$\kappa = \frac{bd^3}{3} \times \frac{0,843}{(1 + d^2/b^2)} \quad \text{pour } 0,6 \leq \frac{d}{b} \leq 1$$

*Tige cylindrique*

$$\kappa = \frac{\pi r^4}{2}$$

**10.2.1 Prévention de la résonance de l'éprouvette**

L'équation (1) perd sa validité au fur et à mesure que la fréquence d'excitation se rapproche de la fréquence fondamentale de résonance en torsion  $f_s$  de l'éprouvette donnée approximativement par

$$f_s = \frac{1}{2L_a} \left[ \frac{\kappa G_a'}{\rho I_p} \right]^{1/2} \quad \dots (2)$$

où  $\rho$  est la masse volumique, en kilogrammes par mètre cube, du polymère et  $I_p$  est donné par les équations suivantes:

*Barre rectangulaire*

$$I_p = \frac{bd}{12} (b^2 + d^2)$$

*Tige cylindrique*

$$I_p = \frac{\pi r^4}{2}$$

Les erreurs qui sont commises lors de l'utilisation de l'équation (1) deviennent significatives aux fréquences appliquées telles que

$$f \geq 0,08 f_s \quad \dots (3)$$

Par conséquent, le calcul des propriétés dynamiques doit être limité aux fréquences inférieures à celle donnée par l'égalité de l'équation (3).

**10.2.2 Correction en fonction de la résonance du transducteur**

Aux fréquences suffisamment élevées, la déformation appliquée excite le transducteur de couple en ré-

sonance. La fréquence de résonance  $f_T$  est donnée par

$$f_T = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{\Gamma_T}{I_T} \right]^{1/2} \quad \dots (4)$$

La valeur de sortie du transducteur comporte une erreur significative à toutes les fréquences appliquées telles que

$$f > 0,1 f_T \quad \dots (5)$$

La fréquence de résonance  $f_T$  du transducteur de couple et de l'inertie supportée peut être directement déterminée en enregistrant la fréquence naturelle de la valeur fournie par le transducteur après impulsion d'un couple au mors fixé sans éprouvette.

Une valeur approximative satisfaisante de la rigidité de l'éprouvette corrigée de la résonance du transducteur est obtenue à l'aide de l'équation

$$\Gamma = \Gamma_a \left[ 1 - \frac{4\pi^2 I_T f^2}{\Gamma_T} \right] = \Gamma_a \left[ 1 - \frac{f^2}{f_T^2} \right] \quad \dots (6)$$

Il est recommandé d'utiliser les équations (4) et (5) pour choisir un transducteur de couple ayant une fréquence de résonance située au-dessus de la plage de fréquences qui impose d'appliquer une correction à la valeur mesurée du couple.

ISO 6721-7:1996  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/siv/83565-625-4855-a52b-9b1f7201246b/iso-6721-7-1996>

**10.2.3 Correction en fonction de l'élasticité de l'appareillage**

Si  $\Gamma_a$  est supérieur à  $0,02 \Gamma_\infty$ , l'élasticité de l'appareillage d'essai n'est pas négligeable et le déplacement angulaire mesurée diffère nettement de celui de l'éprouvette. La correction suivante doit donc être appliquée:

$$\Gamma \cos \delta_G = \frac{\Gamma_a (\cos \delta_{G_a} - \Gamma_a / \Gamma_\infty)}{1 - 2(\Gamma_a / \Gamma_\infty) \cos \delta_{G_a}} \quad \dots (7)$$

où  $\delta_G$  est donné par l'équation (9). La valeur de  $\Gamma \cos \delta_G$  obtenue à partir de l'équation (7) doit être utilisée au lieu de  $\Gamma_a \cos \delta_{G_a}$  dans l'équation (1) pour obtenir une estimation plus exacte de  $G'_a$ .

NOTE 6 La correction en fonction de l'élasticité n'est pas nécessaire si le transducteur de déplacement est situé de façon à pouvoir mesurer le déplacement angulaire relatif des deux mors.

**10.2.4 Application d'une correction sur la longueur**

Le fait d'utiliser la valeur mesurée de la distance entre mors  $L_a$  pour désigner la longueur de l'éprouvette dans l'équation (1) implique que l'on ne tient pas compte des déformations de l'éprouvette serrée entre les mors ou, dans le cas de barres rectangulaires, des

contraintes exercées par les mors sur le gauchissement des coupes transversales de l'éprouvette. Il peut être tenu compte de ces deux effets en appliquant une petite correction à  $L_a$  de manière que la longueur effective soit égale à  $L_a + l$ . Le fait de supposer que  $l$  est indépendant de  $L_a$ , permet d'obtenir, à partir de l'équation (1),

$$G' = \Gamma \times \frac{(L_a + l)}{\kappa} \cos \delta_G = G'_a \times \frac{(L_a + l)}{L_a} \quad \dots (8)$$

Dans ce cas,  $G'_a$  est le module de conservation apparent corrigé en fonction de l'élasticité de l'appareillage, si nécessaire. La valeur de  $l$  peut être déterminée à partir des valeurs mesurées de  $G'_a$  pour plusieurs valeurs de la distance entre mors  $L_a$ . À partir de l'équation (8), le graphique représentant  $L_a/G'_a$  par rapport à  $L_a$  permet de déterminer  $l$  à partir du segment intercepté au point  $L_a/G'_a = 0$  et  $G'$  à partir du gradient.

NOTE 7 La valeur de  $l$  varie en fonction des dimensions de la section transversale de l'éprouvette et de la température, si celle-ci engendre des variations importantes du module dynamique. Pour les éprouvettes rectangulaires, la valeur de  $l$  peut être positive ou négative en fonction de la prédominance de l'effet des déformations entre les mors ou des contraintes de gauchissement. Ces effets s'annulent et, de ce fait, aucune correction n'est effectuée sur la longueur, à partir d'un certain rapport  $b/d$  qui dépend de la conception des mors ou d'autres facteurs liés à l'instrument de mesure.

### 10.3 Calcul du facteur de perte en cisaillement $\tan \delta_G$

Une valeur approximative du facteur de perte en cisaillement est  $\tan \delta_{Ga}$ . Si  $\Gamma_a$  est supérieur à  $0,02 \Gamma_\infty$ , l'élasticité du dispositif de mise en charge influe sur l'exactitude du mesurage de l'angle de phase. Le facteur de perte doit alors être obtenu à l'aide de l'équation:

$$\tan \delta_G = \frac{\tan \delta_{Ga}}{1 - \left[ (\Gamma_a / \Gamma_\infty) \cos \delta_{Ga} \right]} \quad \dots (9)$$

NOTE 8 Si l'élasticité du dispositif de mise en charge a pour origine les raccords boulonnés ou les mors, le frotte-

ment peut influencer sur le mesurage de l'angle de phase  $\delta_{Ga}$ . L'erreur qui en résulte est d'autant plus importante que le rapport  $\Gamma_a / \Gamma_\infty$  augmente. Cette source d'erreur peut être évitée en plaçant le transducteur de déplacement de manière à permettre un mesurage du déplacement relatif des mors supérieur et inférieur.

### 10.4 Calcul du module de perte en cisaillement

Le module de perte  $G''$  doit être calculé à l'aide de l'équation

$$G'' = G' \tan \delta_G \quad \dots (10)$$

### 10.5 Présentation des données en fonction de la température

Voir ISO 6721-1:1994, paragraphe 9.4.

## 11 Fidélité

La fidélité de cette méthode d'essai n'est pas connue car des données interlaboratoires ne sont pas disponibles. Dès que des données interlaboratoires auront été obtenues, une déclaration de fidélité sera ajoutée lors d'une prochaine révision.

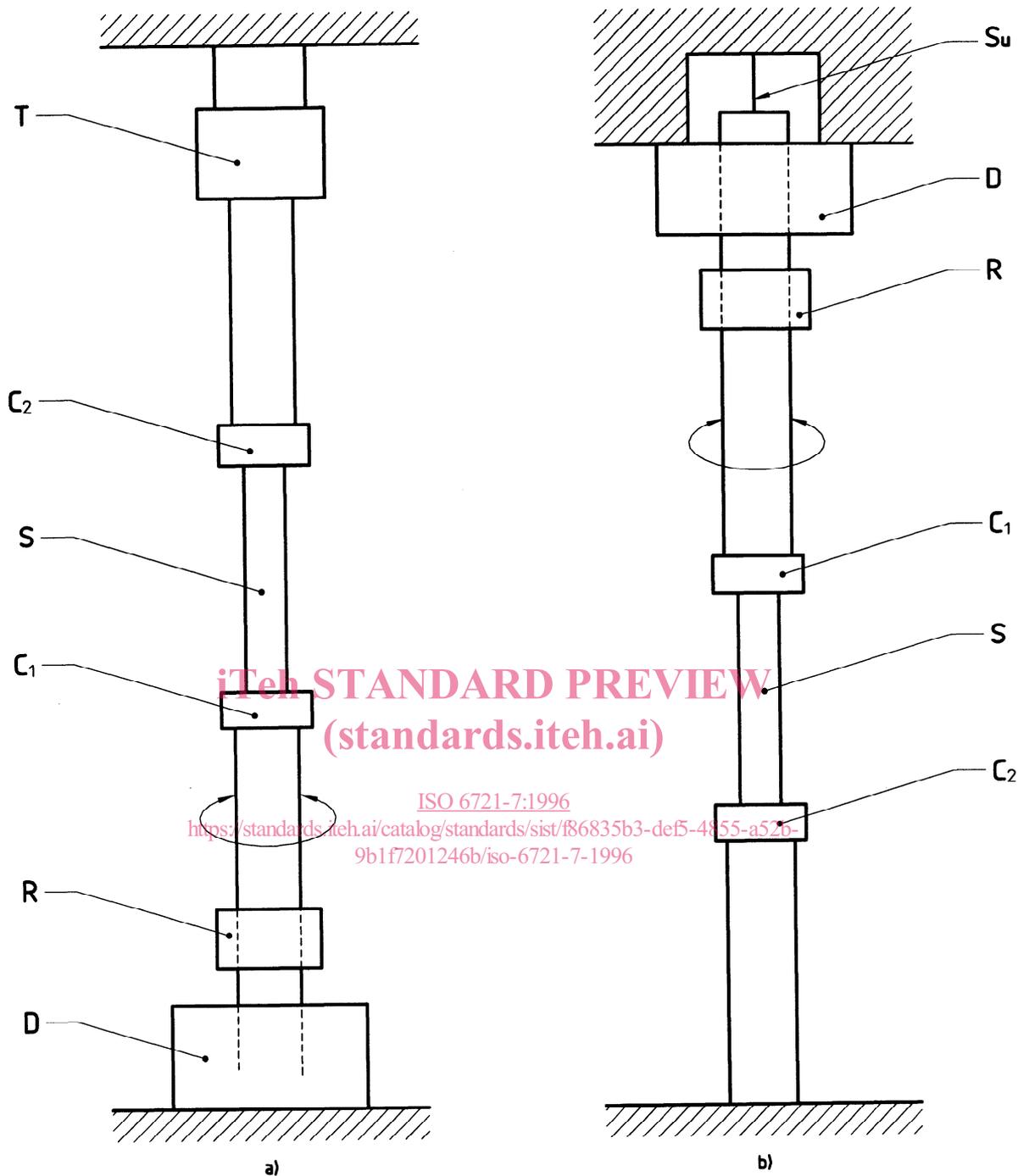
ISO 6721-7:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6885152de14855152b-9b1f7201246b/iso-6721-7-1996>

## 12 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- référence à la présente partie de l'ISO 6721;
- à m) voir ISO 6721-1:1994, article 12, points b) à m);
- amplitude de la déformation dynamique maximale, donnée de manière approximative par  $\theta_{Ad}/L_a$  pour des éprouvettes ayant la forme de barres rectangulaires, et par  $\theta_{Ar}/L_a$  pour les tiges cylindriques.



**Légende**

- |                                 |                        |   |                                     |    |                                 |
|---------------------------------|------------------------|---|-------------------------------------|----|---------------------------------|
| T                               | Transducteur de couple | S | Éprouvette                          | D  | Moteur d'entraînement angulaire |
| C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> | Mors                   | R | Transducteur de déplacement rotatif | Su | Suspension                      |

NOTE — Sur la figure 1a), le moteur d'entraînement angulaire D et le transducteur de couple T constituent des éléments séparés, alors que, sur la figure 1b), un seul élément D remplit les deux fonctions.

**Figure 1 — Schéma d'un dispositif de mise en charge approprié à la détermination de modules dynamiques en cisaillement par une méthode de torsion forcée hors résonance**